

# INSPECTION SYSTEM FOR ELECTRONIC ASSEMBLY USING ROBOT-TYPE POSITIONING OF PROBE

Publication number: JP7151834

Publication date: 1995-06-16

Inventor: RONARUDO KEI KAASHIYUNAA; JIYON EMU HIYUUMAN; JIYON II MAKUDAAMITSUDO; EDEI OO SHIYUOTSUTSUHAUERU; DEIBUITSUDO TEI KURUUKU

Applicant: HEWLETT PACKARD CO

Classification:

- international: **G01R31/02; G01R31/28; G01R31/312; G01R31/02; G01R31/28;** (IPC1-7): G01R31/28; G01R31/02

- European: G01R31/28B4; G01R31/312

Application number: JP19940203177 19940829

Priority number(s): US19930122031 19930915

Also published as:



GB2282230 (A)

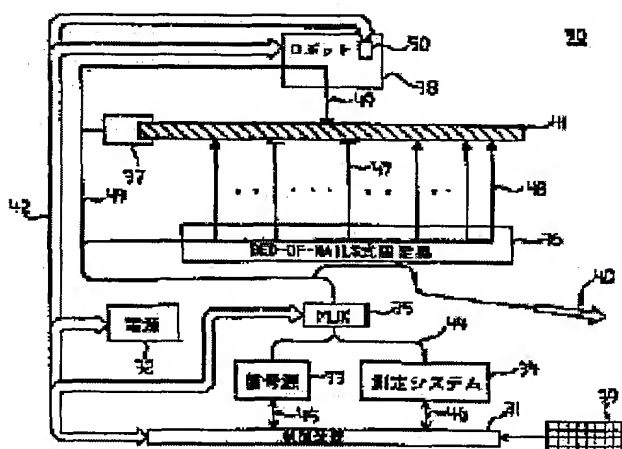
DE4417580 (A1)

Report a data error here

## Abstract of JP7151834

**PURPOSE:** To make it possible to carry out many after-assembly inspections by the use of fewest possible special or redundant apparatuses, libraries, and programs.

**CONSTITUTION:** This is an improved inspection system 30 for printed circuit boards in which an inspection probe is positioned so as to engage electronically with a selected device on a printed circuit board 41 or its printed circuit board part in order to inspect the printed circuit boards 41 for defects on manufacture. This inspection system conducts grounding and excitation of a predetermined part on a first surface of the printed circuit board 41 by the use of a bed-of-nail type inspection fixture 36 and positions mechanically the inspection probe at a selected part to be inspected on a second surface of the printed circuit board by the use of a robot 38. Further, the system operates the robot-type inspection device 38 and selects a spring probe to be excited in the bed-of-nail type fixture 36 by the use of a control device 31.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

特開平7-151834

(43)公開日 平成7年(1995)6月16日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>  
G01R 31/28  
31/02

識別記号

FI

G01R 31/28

К  
Н

審査請求 未請求 請求項の数1 〇L (全11頁)

(21)出願番号 特願平6-203177

(22) 出願日 平成6年(1994)8月29日

(31)優先権主張番号 1 2 2 0 3 1

(32) 優先日 1993年9月15日

(33) 優先權主張国 米国 (U S)

(71)出願人 590000400

ヒューレット・パッカート・カンパニー  
アメリカ合衆国カリフォルニア州パロアルト  
ハノーバー・ストリート 3000

(72)発明者   ロナルド・ケイ・カーシュナー

アメリカ合衆国コロラド州80537ラヴランド、  
ロングブランチ・コート・5724

(72)発明者 ジョン・エム・ヒューマン

アメリカ合衆国コロラド州80537ラヴランド、グロリア・コート・1518

(74) 代理人 弁理士 古谷 馨 (外 2 名)

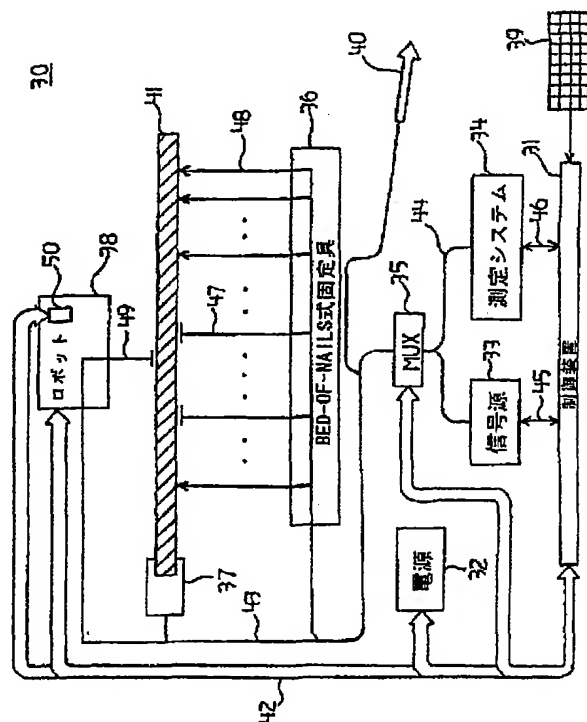
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プローブのロボット式位置決めを用いた電子アセンブリの検査システム

(57) 【要約】

【目的】 可能な限り少量の専用または冗長の機器、ライブラリ、およびプログラムで多数の組立後検査を実行できる検査システムを提供すること

【構成】 本発明は、製造上の欠陥に関してプリント回路基板41を検査するためにそのプリント回路基板41上の選択されたデバイスまたはそのプリント回路基板部分に電子的に係合するように検査プローブが位置決めされる、改良されたプリント回路基板の検査システム30である。この検査システム30は、ベッド・オブ・ネイル式検査用固定具36を使用してプリント回路基板41の第1面上の所定部分の接地および励起を行い、またロボット38を使用して前記プリント回路基板41の第2面上の選択された検査部分に検査プローブを機械的に位置決めする。また、制御装置31を使用して、ロボット式検査装置38の動作と、ベッド・オブ・ネイル式固定具36における励起すべきバネプローブの選択とを行う。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】第 1 面および第 2 面を有する電子アセンブリの検査を行う検査システムであって、この検査システムが、

電気検査手段と、

ベッド・オブ・ネイル式固定手段であって、それ固定手段自体に隣接する所定位置で前記電子アセンブリの前記第 1 面を固定する取付手段を有し、前記電子アセンブリの前記第 1 面上の所定の電気検査アクセス部分と空間的に対応するように配列された複数の検査プローブを有する、前記ベッド・オブ・ネイル式固定手段と、

前記電子アセンブリの前記第 2 面上の所定部分で電気検査アクセスを得るための少なくとも 1 つの検査プローブと、

前記電子アセンブリの前記第 2 面に隣接して X 方向、Y 方向、および Z 方向に前記の少なくとも 1 つの検査プローブを位置決めする、ロボット式検査プローブ位置決め手段と、

前記電子アセンブリの検査を制御する制御装置であって、実行すべき検査が選択された後に、前記電子アセンブリの前記第 2 面に隣接する選択された部分へ前記の少なくとも 1 つの検査プローブを移動するよう前記ロボット式検査プローブ位置決め手段に命令し、更に、前記ベッド・オブ・ネイル式固定手段を介して前記電子アセンブリの第 1 面上の選択された部分を測定し、励起し、接地し、および、前記の少なくとも 1 つの検査プローブを介して前記電子アセンブリの前記第 2 面上の選択された部分を測定し、励起し、接地するよう前記電気検査手段に命令する、前記制御装置とを備えていることを特徴とする、検査システム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、一般にプリント回路基板やマルチチップモジュール等の電子アセンブリの検査に関し、特にロボットを使用して刺激装置(stimulus device)および検査プローブの位置決めを行うことに関する。

## 【0002】

【従来の技術および発明が解決しようとする課題】プリント回路基板等の電子アセンブリを製造する場合には、その相互接続部の正しい導通状態や、部品の配置および接続、ならびに基板の機能を判定するために、部品をプリント回路基板上に配設した後に検査を行う必要がある。機能検査、回路内検査、および導通検査を含め、部品およびプリント回路(PC)基板の検査を行うために幾つかの異なる方法が既に開発されている。

【0003】機能検査は、所定の入力信号をプリント回路基板に印加し、エッジコネクタを介してプリント回路基板の出力を監視して、全ての部品が基板上に存在して適切に作動するか否かを判定する、という手順を用い

る。機能検査は、プリント回路基板が適切に機能しているか否かを判定する方法を提供するが、基板上の個々の部品の機能に関する情報はほとんどあるいは全く提供しない。入力データを慎重に選択して出力結果を分析することにより基板上の非機能部品の位置に関する限られた情報を得るために、複雑なプログラミング技術が使用されてきた。そのようなシステムは複雑なものであり、その実施コストが高いことが多く、誤動作している部品に関する曖昧な情報しか提供しないのが普通である。したがって、エッジコネクタ検査がプリント回路基板の故障を示す場合には、障害のある出力から回路を「逆追跡」して問題の源を見つけることが望ましいことが多い。逆追跡は、手作業で行うことが多く、この場合には、オペレータが、基板上のパッドその他の検査ポイントにプローブを物理的に接触させる必要がある。今日の微細なピッチ形状のため、これは極めて非現実的なこととなる。

【0004】機能検査には限界があるので、プリント回路基板上の各部品を個別に検査して、それらの部品が適切に作動しているか否かを判定するために、回路内検査技術が使用されてきた。その検査方法は、固定位置式バナナ付勢型プローブを用いた「ベッド・オブ・ネイル (bed-of-nails: 釘床 (複数の釘上のプローブが所定平面上に並設された剣山状の形態を有するもの))」式の固定具を使用するものであり、前記プローブは、各個別部品にアクセスして検査を行うために、プリント回路基板上の様々な検査ポイントに対して、または各部品のリードに対して押し付けられることにより、オーム接触を確立するものである。このようにして、非機能部品を容易に識別して交換することが可能となり、したがって、回路基板全体の廃棄を防ぐことができる。このプロセスは、部品内部の回路が既知であって容易に検査できるものである簡単な部品についてはうまく働く。また、各デバイスが独立して検査されるので、多数の共通のデジタル集積回路用の検査を事前に一度だけプログラムしてライブラリに格納し、必要に応じて呼び出すことができる。この事前にプログラムされた検査は何度でも繰り返し使用できるので、これにより、検査の生成が大幅に簡単になる。しかし、検査すべき部品が非常に複雑である場合、または部品内部の回路が未知である場合には、回路内検査では十分な結果が得られないことがある。

【0005】また、集積回路パッケージは、2.5mm (0.1") だけ隔置された16~20本のリードを有するパッケージから、0.6mm (0.025") だけ隔置された数百本のリードを有するパッケージへと進化した。この最新技術は、検査アクセス性を犠牲にして実装密度を増大させたものである。集積回路パッケージ上のリードの本数が増加し、リード間の間隔(ピッチ)が減少し続けているので、検査プローブおよび固定具の設計および製造がますます難しくなっている。これは、製造変動が現行のリードのピッチと同程度になり、場合によっては該ピッチを

超え、これによりベッド・オブ・ネイル式検査用固定具があらゆるプリント回路基板のリードおよび部品に正確にアクセスすることが難しくなる、という事実によって更に難しくなる。これは、両面「クラムシェル(clam-shell)」固定具が必要となるように両面上に部品が配設されたアセンブリによって更に複雑になる。このアセンブリであっても、検査の必要な全部品にアクセスできるわけではない。したがって、微細ピッチの部品を検査するための異なる方法が必要とされている。特に、固定位置式プローブの代わりに、アセンブリまたは固定具における様々な製造上の公差に適応するように移動することのできるプローブが必要である。その代替策として、アセンブリ設計によっては、固定式プローブと可動式プローブとの組み合わせを用いた混成方法が必要となる。

【0006】ベッド・オブ・ネイル式検査用固定具の別の欠点は、各プリント回路基板毎に1つ(両面PC基板の場合は2つ)ずつベッド・オブ・ネイル式検査用固定具を設計するので、極めて費用がかかる場合がある、ということである。検査用固定具の複雑さが増大するにつれて、検査用固定具が適切に構成されているか否か、または、誤って配線された検査プローブがあるか否かを判定することがますます難しくなる。これは、単に固定具の初期製造欠陥の検査に関する問題ではないが、後述する固定具の故障の診断が必要とされ続けている。したがって、融通性を有し、プログラム可能な、検査用固定具の検査が必要である。

【0007】専用のベッド・オブ・ネイル式検査装置の複雑さおよび費用に対する1つの最近の解決策として、ロボット式検査装置が挙げられる。例えば、Yanagi等による米国特許第5107206号では、部品を検査できるように4つのパネプローブがプリント回路基板上に機械的に位置決めされる。従来技術の図1および図2は、集積回路21の接触リード16~20と、その集積回路21をプリント回路基板26に接続するはんだ接合部22~25とに検査プローブ11~15が電気的に接触する方法を示している。

【0008】この方法の欠点は2つある。まず第1に、プローブを位置決めするための追加時間と、大部分の個々の検査毎に全てのプローブを使用しなければならない(励起用に1つ、測定用に1つ、検査により電気的損傷を受けるおそれのある上流側要素の接地用に1つ以上)という事実とに起因し、標準的なベッド・オブ・ネイル式検査装置よりも検査が大幅に低速になる。第2の欠点は、所定の検査ポイントで検査プローブを下降させるようにロボットがプログラムされることである。その所定の検査ポイントは、実際には製造変動に起因して所望の検査ポイントとわずかに異なり、このため、ロボットが所望の検査ポイントを外すことになる。ロボットが「外す」と、それにより、プリント回路基板、ワイヤトレース、部品のリード、および部品自体が損傷を受けるおそれがある。パネプローブがプリント回路基板上の要素と

密接に電気的に接触するようにならなければならないので、被検査基板を適切に位置合わせしても損傷が発生する可能性がある。図1および図2を見れば分かるように、Yanagi等の米国特許第5107206号の検査システムの場合、製造上の公差の余地がほとんどない。したがって、精巧な個々の専用のベッド・オブ・ネイル式固定具を犠牲にすることなく、またプリント回路基板や該基板上の部品を損傷させることなく検査を行うことのできる検査システムが必要である。

10 【0009】あらゆるプリント回路基板上で検査されなければならない他の非常に重要な問題は、あらゆる部品の全てのピンが実際に回路基板にはんだ付けされているか否かである。特定のピンにより実行される機能が機能検査で完全に検査されていない場合、その機能検査は該ピンを見逃すことがある。この種の障害に関する検査は、特定用途集積回路(ASIC)の場合のように部品内部の回路が未知であるとき特に困難になる。ASICの数が多く、このようなデバイスが複雑であるため、各部品またはリードを絶縁するように機能検査を設計することができないことが多い。回路内検査は、この種の検査中に偽応答を与える恐れがある。これは、パネプローブが部品のリードをプリント回路基板上に押し付けて、そのプリント回路基板上のワイヤトレースとの一時的な電気接続をもたらし、このため、はんだ接合部が良好であることを誤って示すことがあるからである。

20 【0010】最近の1つの導通検査方法として、回路を刺激し、次いで非接触検査プローブを回路中の他の場所で使用して導通性を判定する(逆もまた同様)、という方法が挙げられる。このような方法には、電磁エネルギー、インダクタンス、静電容量、および熱エネルギーの測定を含むものがある。例えば、米国特許第5111137号では、電磁放射を使用して、被検査デバイスの電流または電圧の変化を誘導している。米国特許第5124660号では、容量式プローブを使用して、被検査デバイスの電流または電圧の変化を誘導している。これらのプローブは、ワイヤボンドやはんだ接合部等の個々の接続部の導通性の検査に特に有用なものである。これらのプローブは、検査すべき個別の各接続部毎に1つずつプローブを有するベッド・オブ・ネイル式検査用固定具に組み込むことが可能なものである。この方法は、ベッド・オブ・ネイル式固定具やロボットで使用されるパネプローブが部品やプリント回路基板に与え得る損傷を解消するものではあるが、非接触検査プローブを用いた専用固定具は、ベッド・オブ・ネイル式オーム固定具と全く同程度に複雑で高価なものとなる。したがって、微細ピッチ部品に関しては、二次刺激およびそれに関連する検査プローブが検査すべき接続部へ正確に移動される非接触検査プローブのための一層低コストの代替方法が必要である。

50 【0011】最後に、製造者または付加価値供給者が、

上述の組立後検査のうちの1つ以上の検査を実行することを所望する可能性がある。これは、非常に費用がかかる可能性がある。なぜなら、それらの検査が異なる機械によって実行され、またそれら検査の多くが個別の専用検査用固定具、ライブラリ、およびプログラムを必要とするからである。したがって、可能な限り少量の専用または冗長の機器、ライブラリ、およびプログラムで多数の組立後検査を実行することのできる検査システムが必要である。

#### 【0012】

【課題を解決するための手段】本発明は、微細ピッチの部品、両面電子アセンブリ、および検査用固定具を有する電子アセンブリを検査する検査システムおよび方法である。

【0013】本発明の一態様では、ロボットの制御下にある可動検査プローブをベッド・オブ・ネイル式固定具における固定パネプローブと共に提供する検査システムが提供される。

【0014】本発明の別態様では、ロボットの制御下にある1つ以上の可動検査プローブがベッド・オブ・ネイル式固定具の故障の有無に関する検査を行うことができる検査システムが提供される。

【0015】本発明の更なる別態様では、ロボットの制御下にある可動検査プローブをプリント回路基板の両側に有する両面検査装置を提供する検査システムが提供される。

【0016】本発明の更に別の態様では、ロボットの制御下にある可動検査プローブを有する検査システムであって、その検査プローブが非接触検査プローブであり、したがって偽りの電気接続を与えることがなく、また部品のリードやワイヤトレースに損傷を与えることのない、検査システムが提供される。これにより、塵埃が付着し、コンフォーマルコーティングされ、または、はんだでマスクされたプリント回路基板を、高信頼性をもって精査する(probing)ことも可能になる。実際に、介在する導電平面や導電トレースが存在しなければ、多層プリント回路基板の内層だけに存在するトレースであっても、その基板表面から容量式精査を行うことができる。

【0017】本発明の更に別の態様では、ロボットの制御下にある可動検査プローブを有する検査システムであって、プリント回路基板上の部品の位置とベッド・オブ・ネイル式検査用固定具上のプリント回路基板の位置との製造上の公差を補償するためにロボット制御手段が電子画像を使用する、検査システムが提供される。

【0018】本発明の更に別の態様では、多数の検査を同一の検査用固定機器で行うことを可能にする検査システムが提供される。

【0019】本発明の更に別の態様では、ロボットの制御下にある可動検査プローブを有する検査システムであって、実行すべき検査に応じて異なるタイプの検査プロ

ーブをロボット制御手段が選択することが可能な、検査システムが提供される。本発明の上述その他の態様は、図面に示す本発明の好適実施例に関する以下の説明から理解されよう。

#### 【0020】

【実施例】本発明は、小形容量結合プローブを使用することにより電気信号の非接触精査を行うための装置および方法である。本発明は、デジタル検査信号の獲得に関する特有の問題に関するものであるが、アナログ信号の獲得にも同様な効用を有するものである。用語「非接触」とは、オーム接触がない場合の結合を指すものである。

【0021】「プローブ」とは、他の部分的な電子機器についての電気信号検知要素を含むデバイスである。

「コネクタ」および「エッジコネクタ」は、互いに交換可能に使用できる用語であり、電気アセンブリまたはプリント回路基板への電氣的アクセスを提供するその電気アセンブリまたはプリント回路基板上のあらゆる電氣的接続部を意味している。

【0022】本発明の装置は、プリント回路基板のトレース、パイア、パッド、入出力ピンその他の電子導体からの電気信号を検知する効用を有するものである。その信号は、多層プリント回路基板モジュールまたはハイブリッドモジュールまたはマルチチップモジュールの、介在するはんだマスクまたはコンフォーマルコーティングまたは集積回路パッケージまたは1つ以上の誘電層を介して得られる。参照を容易にするために、用語「トレース」は、本明細書では、信号獲得が所望されるあらゆる電気信号伝搬導体を指すために使用されるものとする。次いで、図面を参照して本発明を説明する。それら図において、同様の符号は同様の要素を示すために使用されている。

【0023】図3は、本発明の第1実施例によるプリント回路基板検査システムを示すブロック図である。同図において、検査システム30は、制御装置31、電源32、信号源33、測定システム34、マルチプレクサ(MUX)35、ベッド・オブ・ネイル式固定具36、エッジコネクタ37、ロボット式プローブポジショナ38、キーボード39等の随意選択の検査およびデータ入力デバイス、および随意選択の手持型プローブ40を備えている。検査下にあるプリント回路基板またはアセンブリ(BUT)41は、エッジコネクタ37および/またはベッド・オブ・ネイル式固定具36を介して、信号バス43によりシステム30と相互接続される。

【0024】電源32は、信号バス43を介してBUT41に電力を提供する。信号源33は、BUT41の検査に必要な検査信号を生成するアナログ関数/周波数生成器とデジタルパターン生成器とを備えている。測定システム34は、複数のデジタル受信器と、識別特性(signature)分析回路と、様々なアナログおよび/またはデジタル

測定機器（例えば、オシロスコープ、論理アナライザ、ひずみ計等）を備えている。

【0025】M U X 35は、バス44を介して信号源33から検査信号を受信し、その検査信号を信号バス43を介してB U T 41の適当なノードに供給する。M U X 35は更に、信号バス43を介してB U T 41の適当なノードから信号を受信し、その信号をバス44を介して測定システム34へ供給する。

【0026】制御装置31は、基板41の検査を制御する。制御装置31は、バス45を介して信号源33と通信を行い、またバス46を介して測定システム34と通信を行う。制御装置31は、制御バス42を介して、電源32と、M U X 35と、ロボット式ポジショナ38と通信を行う。代替的には、ユーザが、キーボード39等の既知の任意のデータ入力手段により、検査ライブラリ、検査選択等のデータを入力することもできる。ベッド・オブ・ネイル式固定具36は、複数の容量式プローブ47、従来のオーム式プローブ48、または、その他のあらゆるタイプの接触または非接触検査プローブ（現在既知のものおよび将来開発されるもの）を備えることができる。更に、あらゆるタイプのオーム式検査プローブ、誘導式検査プローブ、容量式検査プローブ、電子光学式検査プローブ、電子ビーム式検査プローブ、サーマル式検査プローブ、またはその他のタイプの接触または非接触検査プローブ49を、ロボット式プローブポジショナ38および手持型検査プローブ40と共に使用することができる。

【0027】ロボット式プローブポジショナ38は、検査プローブ49を一層精確に配置するために小形カメラ50を備えることができる。このカメラ50は、制御バス42を介して制御装置31と通信可能なものである。

【0028】図4は、本発明の第1実施例を示す斜視図である。同図を参照して、本発明の提案された物理レイアウトを評価することができる。単なる一例としては、ロボット38をSony SRX-450とすることができる。このSony SRX-450は、X方向位置決めアーム52と、Y方向位置決めアーム53と、Z方向位置決めアーム54と、プローブヘッド55と、プローブホルダ56とを有するものである。ロボット38に取り付けられるカメラ50は、小型の高品質カメラであれば何でもよい。ロボット38は、ヒューレット パッカード カンパニーのHP3070等の検査ヘッド51に結合され、それはまた、専用のベッド・オブ・ネイル式固定具36を収容している。

【0029】プリント回路基板41を検査するには、プリント回路基板41に関する最初に必要データ（例えば、回路要素の座標、回路の特徴、実行する検査のタイプ等）を既知の手段により検査システム30の制御装置に入力する。次いで、検査ヘッド51またはベッド・オブ・ネイル式固定具36に基板41を固定的に据え付ける。プリント回路基板41は、図3に示すエッジコネクタ37に接続することもできる。検査を開始する前に、ロボット38がプ

リント回路基板41上でカメラ50を移動させて基準点57を探し出す。基準点57を探し出すと、その基準点の座標が制御装置に送り返され、制御装置がそのデータを使用して要素58の座標の微補正を行い、あるいは、ロボット38の軸の零点調整を行う。

【0030】次に、制御装置31が第1の検査を開始する。エッジコネクタ37を使用して機能検査を実行し、ベッド・オブ・ネイル式固定具36を使用して回路内検査を実行し、またはロボット38をベッド・オブ・ネイル式固定具36と共に使用して、全ての回路要素58が回路基板41に適切にはんだ付けされているか否かを判定することができる。エッジコネクタ37、ベッド・オブ・ネイル式固定具36、およびロボット38のその他の組み合わせを使用して別の検査を行うことも可能である。

【0031】プリント回路基板41の検査中にロボット38が使用される場合には、検査すべき要素の座標を制御装置31がロボット38に送り、そのロボット38がプローブヘッド55を適当な位置に移動させることになる。ロボット38は、精密位置決め回路を備えることが可能なものであり、これにより、カメラ50が誤差信号を制御装置31に送り、その制御装置31がロボットの軸の位置を補正して、検査プローブ49の位置が調整される。このような精密位置決め回路は、要素58の配置における小さな製造変動を補償するものとなる。検査プローブ49が位置決めされると、選択された検査を制御装置が開始する。所定の結果が測定されない場合には、制御装置31がロボット38を使用して逆追跡を実行し、または、手持型プローブ40を使用して逆追跡をマニュアルで行うことができる。

【0032】前記のように、ベッド・オブ・ネイル式検査用固定具は、ますます複雑になりつつあり、このため、検査用固定具自体の製造誤差を検出することが非常に難しくなっている。本発明は、ロボット38を使用して、ベッド・オブ・ネイル式検査用固定具36中の検査プローブ47、48が全て適切に配線され位置決めされていることを検証することができるので、その問題を解決するものとなる。この検証検査は、プリント回路基板検査を開始する前に実行することになる。

【0033】本発明の検査システムで実行可能な検査を全て詳細に説明することは本出願の目的ではないので、様々な検査（例えば、機能検査、回路内検査等）についての説明は省略することとする。これは、特にそのような検査の設計が当業界で周知のものであるからであり、本発明の検査システムでそのような検査をどのように実施するかは検査設計者には自明のことである。しかし、単なる例示として、回路基板配線と、その回路基板回路と個別の部品のリードとの間のはんだ接合部との完全性を判定するための検査を、図5ないし図7に関して説明することとする。

【0034】図5は、はんだ接合部が開いているか否かを判定するために容量式検査プローブ49を用いて検査さ

10

20

30

40

50



れている集積回路60を示す概略図である。このシステムは、200mVで通常8KHzの信号を供給する信号源33を使用するものである。図3に示すように、信号源33の出力は、プリント回路基板41の下側のベッド・オブ・ネイル式接点を介してプリント回路基板のトレース61に接続される。ワイヤトレース61は、検査中の集積回路のリード62に位置63で接続される。その他の部品のリードは、接地されて、アップ回路要素への損傷が防止され、または偽りの検査結果につながるリード間の容量性クロストークが防止される。

【0035】容量式検査プローブ49は、ロボット38により、集積回路パッケージ60のリードコネクタ64上に位置決めされる。容量式検査プローブ49は、電流計、電圧計、または、実効静電容量を計算するための計算手段等の測定システム34に接続される。測定値が所定の限界を外れると、検査中のリードが開いている（即ち、リードがはんだ付けされていないか、または他のワイヤトレース61に接続されている）という決定が下される。

【0036】検査が実行されると、信号源33が、検査中のリード62に位置63で接続されているべきワイヤトレース61に信号を供給する。次いで、その信号は、リード62から部品60のリードコネクタ64に送られる。ワイヤトレース61にも、そのワイヤトレース61とリード62の間の接続部にも開路が存在しない場合には、その信号が、容量結合を介して容量式検査プローブ49に送られて、測定システム34に送られる。測定されたパラメータが所定の限界内に収まっている場合、リード62はワイヤトレース61に接続されていることになる。また、リード62がワイヤトレース61に接続されていない場合には、容量式検査プローブ49により、大幅に小規模な信号が受信されることになり、測定システム34ではしきい値レベルの信号が測定されず、したがって開路障害が示される。

【0037】図6は、集積回路60の各リード62の完全性を検査するためにロボットと共に使用される容量式検査プローブ49を示す上方から見た部分断面斜視図である。同図はまた、ダイ65および配線66も示している。配線66は、デバイス60のリード62に接続されるリードコネクタ64にダイ65の回路を接続するものである。この検査を逆に実行し、即ち、ダイ65とリードコネクタ64との間のワイヤ66による接続の完全性を検査するためにこの検査を使用することができる、ということが理解されよう。例えば、部品60の所定のリードまたはトレースに1つ以上の信号を供給し、その信号が、ダイ65上の回路を通して伝搬し、次いでリードコネクタ64上で検出されるようにすることができる。このようにして、ダイ65とリードコネクタ64との間の接続（例えば、接続配線66）の完全性を判定することができる。

【0038】このセットアップは、学習値測定(learned value measurement)を用いた一種の回路内検査を実行するためにも使用可能である。学習値技術では、既知の

良好なダイが動作中に測定システムにより測定されて、各リードコネクタについての静電容量値が格納される。次いで、未知の回路60の各リードコネクタについての静電容量値が測定されて、良好なダイの既学習の静電容量と比較される。リードコネクタ64の差が所定値より多い場合には、未知のダイ65が不良であるか、またはダイ65とリードコネクタ64との間で接続配線66が適切に接続されていない。

【0039】図7は、集積回路部品70~75を備えたプリント回路基板41の一部を示す平面図である。同図は、ワイヤトレース61とリード62との接続完全性の検査、または、ダイ65とリードコネクタ64との接続完全性の検査、または、デジタル回路内検査、または、非接触検査プローブ49を用いたアナログ回路内検査を実行するための集積回路71の周りの容量式検査プローブ49の経路例を示している。

【0040】特定の検査が失敗し、かつプリント回路基板41上の個々の部品が既知の場合、上述の多数の検査およびその他の既知のほとんどの検査のために、簡単なロボット制御式逆追跡機能を本発明の検査システム30にプログラムすることができる。代替的には、逆追跡機能は、手持型検査プローブ40で実行することもできる。

【0041】製造業者、付加価値供給業者、または最終消費者が、容量式検査プローブでは実行できない何らかの検査をプリント回路基板について実行することを所望することがあるので、ロボット上の検査プローブを変更することが好ましい。しかし、検査を停止させて検査プローブを変更するには、時間とマニュアルによる支援が必要となり、これらは共に費用がかかる。したがって、図8ないし図11は、大きな時間的損失や費用の増大を伴うことなく、ロボットが検査プローブを変更することを可能にする、本発明の2つの代替実施例を示すものである。

【0042】図8ないし図11には、本発明の第2実施例による回転タレット(turret)式マルチプローブ検査ヘッド80が示されている。マルチプローブ検査ヘッド80は、幾つかの検査プローブ81~84を保持することができる。現在使用中のものと異なる検査プローブを必要とする検査が選択された場合、制御装置31は単に、検査プローブを変更するようにロボット38に命令し、ロボット38が、検査ヘッド80を軸85を中心として、選択された検査プローブへと回転させる。例えば、検査ヘッド80と共に使用できるタイプの検査プローブは、一般的なパネプローブ84や、本出願人に譲渡された「Capacitive Electro de System For Detecting Open Solder Joints In Printed Circuit Assemblies」と題する米国特許出願第07/981665号に記載されているような容量式検査プローブ83や、本出願人に譲渡された「Non-Contact Test Probe」と題する米国特許出願第07/820711号に記載されているような超小形容容量式検査プローブ82や、本発明の検査シ

システムに組み込むことが可能な、現在既知であり、または将来開発される、他のあらゆるタイプの検査プローブ81を含むが、これらに限られたものではない。

【0043】回転タレット式マルチプローブ検査ヘッド80上での異なる検査プローブの電氣的選択は、制御装置からの別の制御ラインにより、または、タレットの位置により起動される機械的スイッチにより達成することができる。

【0044】マルチプローブ検査ヘッドおよび検査プローブを変更するその能力を除き、本発明の第2実施例の他の全ての態様は本発明の第1実施例と同じである。

【0045】図11は、本発明の第3実施例を示す斜視図であり、この実施例でも、現在使用中のものと異なる検査プローブが必要な場合にロボット38が検査プローブを変更することが可能となる。この第3実施例によれば、プローブホルダ86は、図6に示した要素69に類似の機械式プローブホルダにより、または、真空ソケット式ホルダにより、または、その他の既知のあらゆる手段により、検査プローブを把持および保持することができる。第3実施例はまた、多数の検査プローブ88を保持する検査プローブ用ラック(carousel)87も備えている。現在ロボットに取り付けられているものと異なる検査プローブを必要とする検査が選択された場合、制御装置は検査プローブを変更するようロボットに命令する。ロボットは次いで検査プローブ用ラック87まで移動し、現在の検査プローブ49をラック87の適当な場所に置いて、次の検査に必要な検査プローブをピックアップする。

【0046】この実施例では、検査中の基板41全体にわたって延びるのに十分な長さの検査プローブ自体のケーブルにより、各検査プローブを検査回路に電氣的に接続し、または、プローブホルダ86により共通のケーブル接続部を提供して、雄雌型電気接続部と同様に、個々のプローブがピックアップされた際に電氣的接続が確立されるようにすることができる。共通ケーブルを提供する場合、そのケーブルは、検査信号の送受信のための1本の同軸シールドケーブルと、電流(電圧)供給および接地のための3本の非シールドケーブルとを有しているべきである。そのような共通ケーブルは、現在既知である大部分の検査プローブの給電、接地、および信号要件を扱うことが可能なものとなる。勿論、技術が変化するにつれて、共通ケーブルの要件も変化する。そのような設計変更をなくすために、各検査プローブは、前述のように、個々の検査プローブの供給、接地、および信号要件を満たすそのプローブ自体の電気ケーブルを有することができる。

【0047】本発明のこの実施例は魅力的なものである。なぜなら、新しい検査が開発された場合には、そのソフトウェアを本検査システムにインストールし、新しい検査プローブを単に検査プローブ用ラック87に追加する、ということが可能であり、したがって、対応する最

小量の構造上の修正を本発明の検査システムに加えるだけで、将来の検査プローブおよび検査設計のための拡張を最も簡単に行うことが可能となるからである。

【0048】図12は、本発明の第4実施例を示すものであり、この実施例は、ベッド・オブ・ネイル式固定具36が第2のロボット式検査装置90に交換されている点を除き、第1実施例と同様のものである。本発明のこの実施例によれば、一方のロボットは、特定のデバイスを検査するために使用され、また他方のロボットは、デバイスに信号を供給し、検査中に接地する必要がある上流側要素を接地する。ほとんどの検査に関し、2つのロボットは恐らくは2つ以上の検査ヘッドを必要とすることになる。現在、4つの検査ヘッドを有するロボットに関する技術が存在し、これにより、この2ロボットシステムに8つの検査プローブが提供されることになる。これは、現在既知の検査を行うのに十分過ぎる数である。

【0049】この実施例は、両面プリント回路基板に関しては更に使い勝手が優れている。なぜなら、第1のロボット38を使用して基板93の第1面上のデバイスを検査すると共に第2のロボット90が第2面94から検査用の電圧および接地要件を供給し、次いで第2のロボット90が基板94の第2面上のデバイスを検査すると共に第1のロボット38が基板93の第1面から検査用の電圧および接地要件を供給することができるからである。

【0050】この実施例は、第1実施例とは異なり、それぞれの異なるプリント回路基板用のカスタム化された検査用固定具を必要としないので、特に少量生産のプリント回路基板の場合に検査の費用が低減される。ロボット38, 90による検査プローブの位置決めを一層正確に行うために、カメラ50, 91をこの実施例で使用できることが容易に理解されよう。また、異なる検査に必要な異なる検査プローブの切り換えのためのマルチプローブ検査ヘッド80または検査プローブ用ラック87を、本発明の第4実施例に組み込むことも可能である。

【0051】図13は、本発明の最も広い概念を示すものである。本発明では、物理的接触なしで信号を得ることができるので、はんだマスクまたはコンフォーマルコーティングの層を介して信号を得ることができる。更に、信号は、多層プリント回路基板の内部トレースから得ることができる。更に、本発明の低結合静電容量により、検査中の回路の負荷が最小限に保証され、また、精査によって高感度の高速回路の動作が確実に妨害されないようにすることができる。

【0052】このプローブは、様々な用途に使用可能なものである。例えば、プローブは、自動位置決めおよび精査のためにロボットアームに固定したり、自動検査装置で使用されるベッド・オブ・ネイル式プローブに類似した配列で複数のプローブを固定したり、または、オシロスコープや論理アナライザと共に、またはエッジコネクタの機能逆追跡検査中に、手持ちで使用することが可



能なものである。

【0053】プローブ102を用いた自動プリント回路基板検査システムの一例を図13に示す。この検査システム100は、制御装置108と、電源104と、信号源106と、測定システム107と、マルチプレクサ(MUX)105と、ベッド・オブ・ネイル式固定具101と、エッジコネクタ103と、ロボット式ポジショナ109と、手持型プローブ110とを備えている。検査中の基板またはアセンブリ(BUT)117は、エッジコネクタ103および/またはベッド・オブ・ネイル式固定具101を介して、システムバス113により、システム100と相互接続される。

【0054】電源104は、信号バス113を介して直流電力をBUT117に提供する。信号源106は、BUT117の検査に必要な検査信号を生成するアナログ関数/周波数生成器およびデジタルパターン生成器を備えている。測定システム107は、BUT117からのテスト信号を受信して分析するように設計されている。測定システム107は、複数のデジタル受信器、識別特性分析回路、および様々なアナログおよび/またはデジタル測定機器(例えば、オシロスコープ、論理アナライザ、ひずみ計等)を備えている。

【0055】MUX105は、バス112を介して信号源106からの検査信号を受信し、その検査信号を信号バス113を介してBUT117の適当なノードに供給する。MUX105は更に、信号バス113を介してBUT117の適当なノードから信号を受信し、その信号をバス112を介して測定システム107に提供する。

【0056】制御装置108は、基板117の検査を制御する。制御装置108は、バス115を介して信号源106と送信を行い、またバス116を介して測定システム107と通信を行う。また、制御装置108は、制御バス111を介して電源104、MUX106、およびロボット式ポジショナ109と通信を行う。

【0057】ベッド・オブ・ネイル式固定具101は、複数の容量式プローブ102および従来のオーム式プローブ110と共に備えることができる。更に、容量式プローブ102は、ロボット式ポジショナ109および手持型プローブ110と共に使用することができる。これにより、非接触プローブの多数の利点が、自動プリント回路基板検査装置にもたらされる。

【0058】本発明の上記説明は、例示および説明を目的として提示したものである。その説明は、本発明を網羅するものでも、また開示された詳細な実施例だけに本発明を限定しようとするものでもなく、上記教示に鑑みて他の修正例および変形例を実施することが可能である。例えば、複数のロボットヘッドを1つのベッド・オブ・ネイル式検査用固定具と共に使用して、全体的な検査速度を増大させ、また異なるタイプの検査を組み込むことが可能である。また、本検査システムで使用される検査プローブのタイプを、検査プローブの技術と共に、

または実行すべき特定の検査の要件と共に、変更することも可能である。本発明により、1つの検査システムが既存の検査技術を活用することが可能となり、また新しい検査技術が開発された際にその技術を活用することが可能となる。

【0059】上記実施例は、本発明の原理およびその実際の応用分野を最も良好に説明し、これにより当業者が意図する特定用途に適するように本発明を様々な実施例および修正例で最も良好に利用することができるように、選択し説明したものである。したがって、特許請求の範囲は、従来技術によって限定される範囲のものを除き、本発明の他の代替実施例をも含むものであると解釈されることを意図したものである。

【0060】以下においては、本発明の種々の構成要件の組み合わせからなる例示的な実施態様を示す。

【0061】1. 第1面および第2面を有する電子アセンブリの検査を行う検査システムであって、この検査システムが、電気検査手段と、ベッド・オブ・ネイル式固定手段であって、それ固定手段自体に隣接する所定位置で前記電子アセンブリの前記第1面を固定する取付手段を有し、前記電子アセンブリの前記第1面上の所定の電気検査アクセス部分と空間的に対応するように配列された複数の検査プローブを有する、前記ベッド・オブ・ネイル式固定手段と、前記電子アセンブリの前記第2面上の所定部分で電気検査アクセスを得るための少なくとも1つの検査プローブと、前記電子アセンブリの前記第2面に隣接してX方向、Y方向、およびZ方向に前記の少なくとも1つの検査プローブを位置決めする、ロボット式検査プローブ位置決め手段と、前記電子アセンブリの検査を制御する制御装置であって、実行すべき検査が選択された後に、前記電子アセンブリの前記第2面に隣接する選択された部分へ前記の少なくとも1つの検査プローブを移動するよう前記ロボット式検査プローブ位置決め手段に命令し、更に、前記ベッド・オブ・ネイル式固定手段を介して前記電子アセンブリの第1面上の選択された部分を測定し、励起し、接地し、および、前記の少なくとも1つの検査プローブを介して前記電子アセンブリの前記第2面上の選択された部分を測定し、励起し、接地するよう前記電気検査手段に命令する、前記制御装置とを備えていることを特徴とする、検査システム。

【0062】2. 前記の少なくとも1つの検査プローブが少なくとも1つの非接触検査プローブを含む、前項1記載の検査システム。

【0063】3. 前記の複数の検査プローブが複数のバネプローブを含む、前項2記載の検査システム。

【0064】4. 前記ベッド・オブ・ネイル式固定手段の前記複数のバネプローブが、前記電子アセンブリの前記第1面上の所定部分で電気アクセスを得る、前項3記載の検査システム。

【0065】5. 前記の少なくとも1つの非接触検査プ

ローブが、前記電子アセンブリの前記第 2 面上の所定部分を測定または刺激する、前項 4 記載の検査システム。

【0066】6. 前記電子アセンブリのエッジに電氣的に接続されたコネクタ手段を更に備え、そのコネクタ手段が前記電気アセンブリへの電気検査アクセスを提供する、前項 1 記載の検査システム。

【0067】7. 前記ロボット式検査プローブ位置決め手段が、複数の異なるタイプの検査プローブを保持するマルチプローブタレットを更に備え、前記制御装置が、1つの検査が選択された際に前記複数の異なるタイプの検査プローブから適当な検査プローブを選択して、前記マルチプローブタレットを前記の適当な検査プローブへと回転させるよう前記ロボット式検査プローブ位置決め手段に命令する、前項 1 記載の検査システム。

【0068】8. 前記ロボット式検査プローブ位置決め手段の移動範囲内に配置された異なるタイプの検査プローブのラックを更に備え、これにより、前記ロボット式検査プローブ位置決め手段が、前記制御装置により命令された際に検査プローブを切り替える、前項 1 記載の検査システム。

【0069】9. 前記ロボット式検査プローブ位置決め手段に接続されたカメラを更に備え、そのカメラが前記ロボット式検査プローブ位置決め手段を前記電子アセンブリに位置合わせして製造上の位置合わせ不良を補償する、前項 1 記載の検査システム。

【0070】10. 前記カメラが、前記電子アセンブリの前記第 2 面上の微細ピッチ要素上に前記少なくとも 1 つの検査プローブを前記ロボット式検査プローブ位置決め手段により位置決めするための画像も提供する、前項 1 3 記載の検査システム。

【0071】

【発明の効果】本発明は上述のように構成したので、可能な限り少量の専用または冗長の機器、ライブラリ、およびプログラムで多数の組立後検査を実行することのできる検査システムを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】従来の検査技術を用いた検査下にある集積回路を示す斜視図である。

【図 2】従来の検査技術を用いた検査下にある集積回路

を示す側面図である。

【図 3】本発明の第 1 実施例による電子プリント回路基板検査システムを示すブロック図である。

【図 4】本発明の第 1 実施例を示す斜視図である。

【図 5】本発明の第 1 実施例による検査下にある集積回路を示す概略図である。

【図 6】本発明の第 1 実施例を示す斜視図であり、極端に小さな容量式検査プローブを本発明の検査用ロボットと共に用いて集積回路の各リードが検査されている。

10 【図 7】本発明の第 1 実施例による検査下にある集積回路の周りの容量式検査プローブの考え得る経路を示す、プリント回路基板の部分平面図である。

【図 8】本発明の第 2 実施例を示す斜視図である。

【図 9】本発明の第 2 実施例によるマルチプローブ検査ヘッドを示す側面図である。

【図 10】本発明の第 2 実施例のマルチプローブ検査ヘッドを用いた検査下にある集積回路を示す側面図である。

【図 11】本発明の第 3 実施例を示す斜視図である。

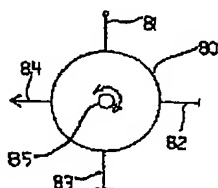
20 【図 12】本発明の第 4 実施例による電子プリント回路基板検査システムを示すブロック図である。

【図 13】本発明の一般的概念に従った電子プリント回路基板検査システムを示すブロック図である。

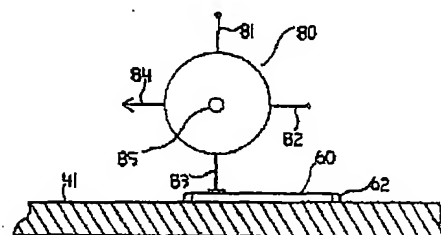
【符号の説明】

30	検査システム
31	制御装置
32	電源
33	信号源
34	測定システム
30 35	マルチプレクサ
36	ベッド・オブ・ネイル式固定具
37	エッジコネクタ
38	ロボット式プローブポジショナ
41	プリント回路基板
47	容量式プローブ
48	オーム式プローブ
49	非接触検査プローブ
40	手持型検査プローブ
50	小形カメラ

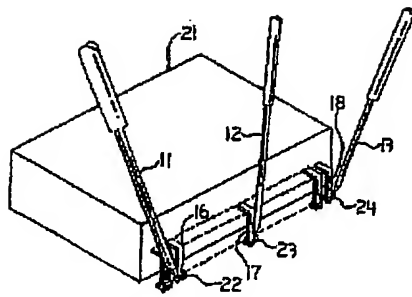
【図 9】



【図 10】

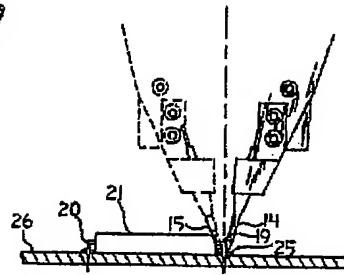


【図 1】



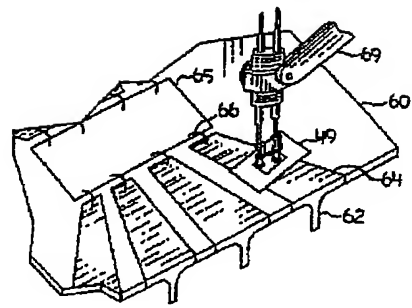
(従来技術)

【図 2】

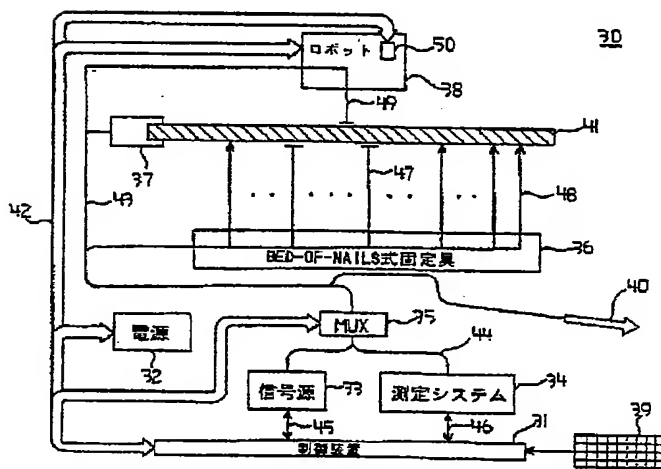


(従来技術)

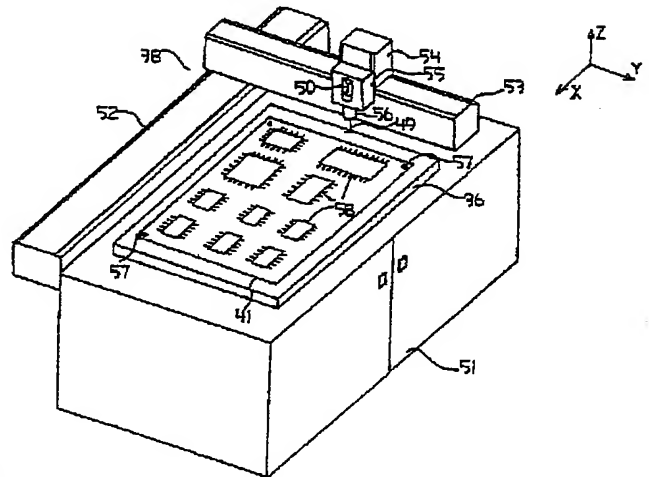
【図 6】



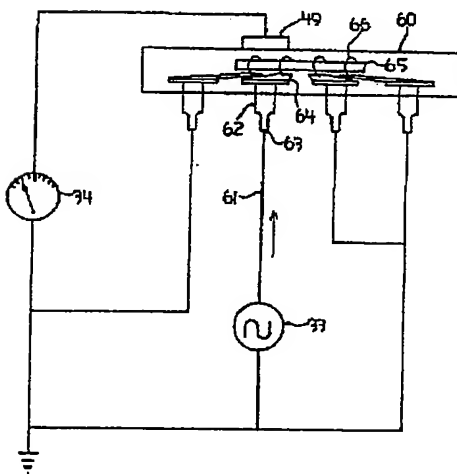
【図 3】



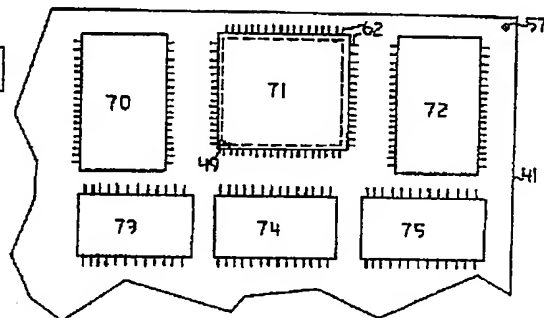
【図 4】



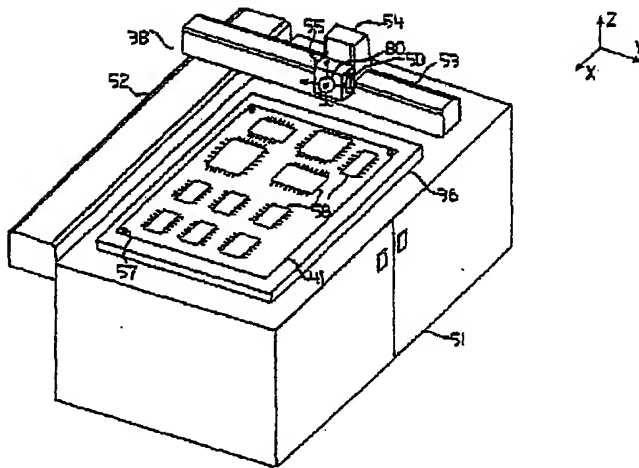
【図 5】



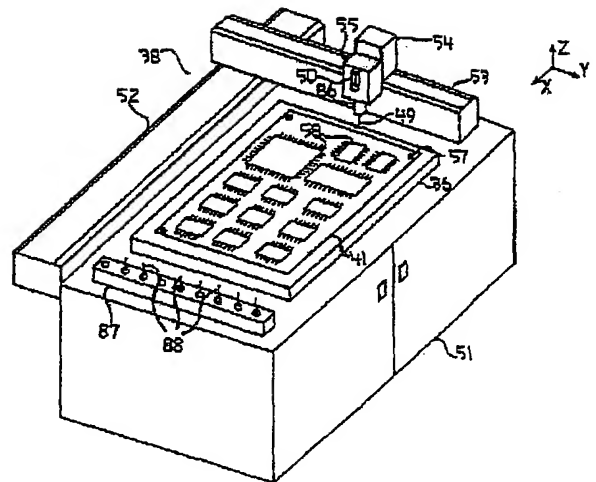
【図 7】



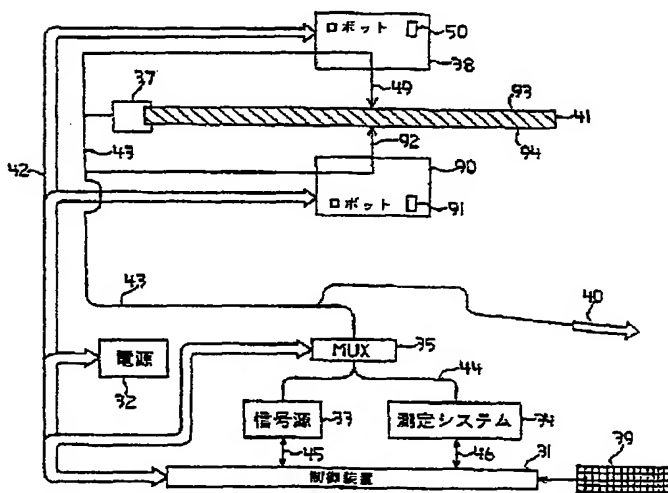
【図 8】



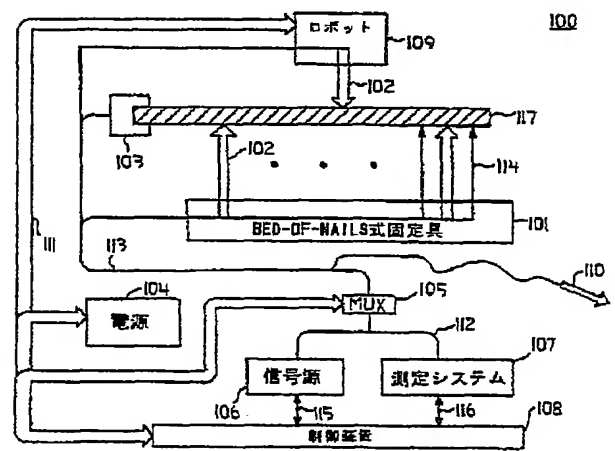
【図 11】



【図 12】



【図 13】



フロントページの続き

(72)発明者 ジョン・イー・マクダーミッド  
アメリカ合衆国コロラド州80538ラヴラン  
ド, スプリング・グレイド・7121

(72)発明者 エディ・オー・シュロツハウエル  
アメリカ合衆国コロラド州80538ラヴラン  
ド, シェリダン・ストリート・4319

(72)発明者 デイヴィッド・ティ・クルーク  
アメリカ合衆国コロラド州80538ラヴラン  
ド, アベイタ・コート・2331